

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В РАМКАХ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

IMPROVEMENT OF QUALITY OF HARDWARE ON BASE OF THE ESTIMATION TO TECHNOLOGIES AND METROLOGICAL MAINTENANCE WITHIN THE FRAMEWORK OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Яковлева Е.С., Мезин И.Ю., Касаткина Е.Г.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И.Носова»
Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.
e-mail: tssa@magtu.ru

Abstract

The influence of various aspects on hardware quality and its interrelation in enterprise quality management system is considered in article. The qualimetric model for effectiveness estimation of manufacturing technological routes and model of the efficiency estimation of metrological maintenance production are offered.

Качество выпускаемых изделий определяет конкурентоспособность предприятия, а также востребованность его продукции на рынке. Обеспечение качества является важнейшей задачей на всех стадиях жизненного цикла продукции, особенно на стадии производства.

Отечественная промышленность, включая одну из ее ведущих отраслей - металлургию, нуждается в разработке современных технологий производства качественных и конкурентоспособных на мировых рынках металлических изделий. При создании таких производств возникает проблема установления потенциальных возможностей получения качественных изделий на основе существующих и разрабатываемых технологий производства. При этом необходимо оценивать различные варианты технологических схем изготовления с учетом влияния метрологического обеспечения производственного процесса и процедур системы менеджмента качества. Однако указанные вопросы проработаны недостаточно. Объектом исследования в данной работе является технологический процесс производства штампованных металлоизделий.

Оценка различных вариантов технологических схем производства должна учитывать все факторы, влияющие на получение качественного продукта. Оценивание может проводиться либо независимо, либо являться одной из составляющих системы менеджмента качества предприятия.

Проблемы, связанные с оценкой качества продукции и технологических процессов ее производства, рассматриваемые в данной работе, являются актуальными в настоящее время для развития металлургической отрасли, поскольку только качественные металлоизделия позволят выйти отечественным предприятиям на международный рынок.

Целью данной работы является формирование результативного процесса производства металлоизделий требуемого уровня качества с учетом влияния метрологического обеспечения производства и процедур системы менеджмента качества.

В соответствии с указанной целью были поставлены и решены следующие задачи:

- анализ требований к уровню качества и метрологическому обеспечению, технологии производства металлоизделий;

- разработка модели оценки технологических схем производства штампованных металлоизделий с применением методов квалиметрии;

- разработка критериев, методики и алгоритма оценки результативности метрологического обеспечения производства металлоизделий, а также мероприятий для улучшения метрологического обеспечения производства и процедур системы менеджмента качества;

- определение направлений для совершенствования нормативной документации с целью обеспечения заданного уровня качества штампованных металлоизделий.

Одним из обязательных условий конкурентоспособности предприятия в настоящее время является наличие эффективно действующей системы менеджмента качества. Все системы менеджмента качества, независимо от их основ и принципов, включают в себя деятельность по управлению всеми составляющими производства с целью достижения требуемого качества продукции. Одной из важных проблем такого управления является оценка качества продукции, либо технологического процесса ее изготовления. Такую оценку возможно проводить с применением методов квалиметрии.

Для выхода отечественных предприятий металлургической отрасли на международные рынки необходимо максимальное соответствие требованиям международных стандартов и технических условий, а также учет требований зарубежных заказчиков. Таким образом, необходимой деятельностью в рамках управления качеством является постоянное и планомерное совершенствование качества. Деятельность по метрологическому обеспечению производства гармонично вписывается в деятельность по управлению качеством, а также создает информационную базу обеспечения качества, позволяет получить количественную информацию об измеряемых и контролируемых параметрах и

стабилизировать уровень качества продукции и процессов производства.

Производство любого вида металлоизделий сопровождается огромным количеством измерений. Метрологическое обеспечение является неотъемлемой частью любого производства. Для функционирования метрологического обеспечения целесообразно периодически проводить оценку его результативности на основе установленных показателей. Международный стандарт ИСО 9001 регламентирует процедуру управления устройствами для мониторинга и измерений. Установленные данным стандартом требования могут быть трансформированы в показатели оценки результативности метрологического обеспечения. Металлургические предприятия зачастую являются поставщиками продукции для автомобилестроительной отрасли, поэтому предприятиям металлургической отрасли при разработке систем менеджмента качества следует интегрировать требования ИСО 9001 с требованиями ISO/ TS 16949 (особенно в части проведения анализа измерительных систем (MSA)). Поэтому в рамках системы менеджмента качества предприятия-поставщика металлоизделий для автомобилестроительной отрасли представляется целесообразным установить показатели результативности метрологического обеспечения производства, учитывая требования двух стандартов.

Для соответствия достигнутого уровня качества металлоизделий заданному необходимо оценивать различные варианты технологических схем их изготовления, а также уделять пристальное внимание вопросам метрологического обеспечения производства. Для оценки и выбора наиболее эффективной технологической схемы производства штампованных металлоизделий целесообразно применить аппарат квалиметрии, поскольку он позволяет учесть и связать воедино различные показатели оценки, такие как показатели готового изделия, показатели технологии и производственно-экономические показатели и получить комплексную оценку технологической схемы производства. Вопросами оценки технологических схем занимались такие ученые как Гун Г.С., Рубин Г.Ш., Закиров Д.М., Корчунов А.Г., Михайловский И.А., Калмыков Ю.В.

При разработке методики квалиметрической оценки вариантов технологического процесса изготовления металлоизделий должна быть учтена специфика их производства. Разрабатываемая методика должна быть универсальной, т.е. применимой как для совершенствования уже существующих производственных процессов, так и для проектирования новых.

Для обеспечения стабильного технологического процесса выпуска металлоизделий на примере корпусов шаровых шарниров, получаемых методом холодной листовой штамповки, необходимо определить параметры, влияющие на технологиче-

ский процесс изготовления. На основании выявленных параметров определить показатели качества. Для описания и оценки качества продукции, услуги или технологического процесса следует провести разделение влияющих показателей на сложные и простые, или на единичные и групповые.

Для графического представления совокупности показателей сформирована иерархическая система свойств показателей качества технологии производства штампованных корпусов шаровых шарниров (дерево свойств), представленное на рисунке 1. Для оценки и выбора наиболее подходящей, рациональной технологической схемы производства рассматриваемых изделий предлагается использовать 21 единичный показатель. Показатели были выявлены на основании экспертного опроса методом анкетирования. По данным экспертного опроса определены весовость и статус каждого показателя.

Квалиметрическая оценка технологической схемы листовой штамповки предполагает использование относительных единичных показателей, рассчитываемых в общем случае по формуле [1, 2]:

$$k_j = \frac{P_j}{P_{баз}}; \quad (1)$$

где P_j – значения j -го единичного показателя;

$P_{баз}$ – базовое значение j -го единичного показателя;

j – число единичных показателей.

Базовый показатель качества – показатель качества объекта, принятый за эталон при сравнительных оценках качества.

Функциональная зависимость комплексной оценки результативности технологического процесса является целевой функцией в задаче управления качеством штампованных металлоизделий и выбора подходящей технологической схемы. Таким образом, для выбора оптимальной технологической схемы изготовления штампованных металлоизделий необходимо получить формулу свертки единичных показателей, учитывая их характер, определяемых по формуле (1). Функция свертки единичных показателей в общем случае имеет вид [1, 2]:

$$K = \left(\left(\prod_{i=1}^n a_i \times d_i \right) \times \left(\sum_{j=1}^m b_j \times k_j \right) \right), \quad (2)$$

где K – комплексный показатель оценки;

d_i – оценка качества по i -му доминирующему показателю;

k_j – оценка качества по j -му компенсируемому показателю;

a_i, b_j – коэффициенты весомости доминирующих и компенсируемых показателей.



Рисунок 1- Иерархическое дерево свойств качества технологической схемы производства корпуса

Доминирующими показателями в контексте рассматриваемой задачи являются наиболее важные единичные показатели, нулевая оценка которых обязательно влечет за собой нулевую оценку комплексного показателя;

Компенсированные показатели – второстепенные единичные показатели, нулевая оценка любого из таких показателей не влечет за собой нулевую оценку комплексного показателя, нулевая оценка такого показателя может быть компенсирована оценками других показателей.

Коэффициент весомости доминирующих показателей в нашем случае целесообразно принять равным единице $a_i = 1$, то есть показатели являются равновесными.

С учетом изложенного условия формула свертки принимает следующий вид:

$$K = d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n \times (b_1 k_1 + b_2 k_2 + \dots + b_n k_n) \quad (3)$$

Единичные показатели, в зависимости от их статуса (доминирующий или компенсируемый), определяются по следующим формулам при выполнении условий ограничения:

$$d_i = \begin{cases} 0, \text{ если } \frac{X_{\phi.d}}{X_{\phi.k}} \leq \alpha_1, \\ 1 + \frac{X_{\phi.d}}{X_{\phi.k}} \text{ если } \alpha_1 \leq \frac{X_{\phi.d}}{X_{\phi.k}} \leq \beta_1, \\ 1 + \beta_1, \text{ если } \frac{X_{\phi.d}}{X_{\phi.k}} > \beta_1. \end{cases} \quad (4)$$

$$k_j = \begin{cases} 0, \text{ если } \frac{X_{\phi.k}}{X_{\phi.d}} \leq \alpha_2, \\ 1 + \frac{X_{\phi.k}}{X_{\phi.d}} \text{ если } \alpha_2 \leq \frac{X_{\phi.k}}{X_{\phi.d}} \leq \beta_2, \\ 1 + \beta_2, \text{ если } \frac{X_{\phi.k}}{X_{\phi.d}} > \beta_2. \end{cases} \quad (5)$$

где $X_{\phi.d}; X_{\phi.k}$ – фактические значения единичных доминирующих и компенсируемых показателей;

$X_{\phi.d}; X_{\phi.k}$ – базовые значения единичных доминирующих и компенсируемых показателей;

α_1 – порог чувствительности доминирующего показателя;

α_2 – порог чувствительности компенсируемого показателя;

β_1 – порог ограничения доминирующего показателя;

β_2 – порог ограничения компенсируемого показателя.

Порог чувствительности - это предельное значение, превышение которого влечет существенное и неоправданное повышение комплексной оценки за счет изменения только одного единичного показателя.

Порог ограничения - минимальное значение показателя, ниже которого показатель можно считать незначимым.

На рисунке 2 представлена графическая интерпретация порога чувствительности и порога ограничения.

Значения порога ограничения и порога чувствительности могут приниматься с помощью экспертного метода или на основе статистической обработки результатов оценки технологических процессов текущего производства.

Коэффициенты весомости компенсируемых показателей рассчитываются по следующей формуле [1, 2]:

$$b_j = \frac{P_{jk}}{\sum P_{jk}}, \quad (6) \quad 0 < b_j < 1$$

где P_{jk} – весомость j-го компенсируемого показателя.

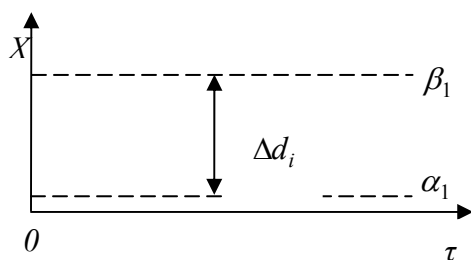


Рис. 2. Графическая интерпретация порога чувствительности и порога ограничения

Комплексный показатель оценки технологической схемы К:

$$K = d_1 \times d_2 \times d_3 \times d_4 \times d_5 \times d_{12} \times d_{13} \times d_{14} \times d_{15} \times d_{17} \times d_{19} \times (0,06k_6 + 0,052k_7 + 0,055k_8 + 0,05k_9 + 0,072k_{10} + 0,18k_{11} + 0,12k_{16} + 0,14k_{20} + 0,12k_{21})^{(7)}$$

где D, d - доминирующие показатели;
 K, k - компенсируемые показатели;
 d_1 - глубина вытяжки; d_2 - утонение; d_3 - диаметр присоединительных отверстий; d_4 - диаметр центрального отверстия; d_5 - соосность отверстий; d_{12} - микроструктура; d_{13} - временное сопротивление разрыву; d_{14} - предел текучести; d_{15} - твердость; d_{17} - стойкость инструмента; d_{19} - себестоимость корпуса.

k_6 - высота пуклей; k_7 - диаметр пуклей;
 k_8 - положение фаски; k_9 - угол фаски; k_{10} - наличие заусенцев; k_{11} - химический состав металла;
 k_{16} - суммарное усилие штамповки; k_{18} - расход электроэнергии; k_{20} - металлоемкость корпуса;
 k_{21} - брак.

Для оценки результативности метрологического обеспечения производства предлагается использовать комплексный показатель, сформированный на основании требований ИСО 9001: 2008, ISO/TS 16949: 2002 и федерального закона «Об обеспечении единства измерений».

Для наглядного представления степени взаимодействия свойств и взаимосвязи групповых и единичных параметров, составляющих комплексный показатель результативности метрологического обеспечения, можно использовать граф-модель (рисунок 3), разработанную для процессов производства металлоизделий, в частности штампованных корпусов шаровых шарниров.

Архитектура модели оценки результативности метрологического обеспечения основывается на трех уровнях, поэтому для расчета комплексного показателя следует рассчитать произведение значений параметров в рамках каждого уровня.

В качестве примера на основании предлагаемой методики квалиметрической оценки технологического процесса, а также с использованием результатов экспертного опроса были получены формулы для расчета комплексного показателя оценки технологической схемы производства штампованных корпусов шаровых шарниров.

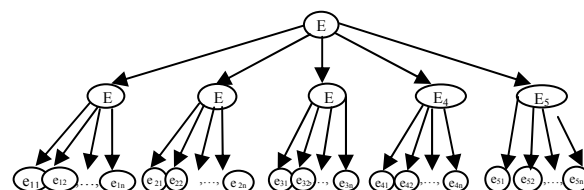


Рис. 3. Граф зависимости комплексного показателя оценки результативности метрологического обеспечения от групповых и единичных параметров

E - комплексный показатель результативности метрологического обеспечения;
 E_1, \dots, E_n - групповые параметры оценки результативности метрологического обеспечения;
 $e_{11} \dots e_{nn}$ - единичные параметры оценки результативности метрологического обеспечения.

Таким образом, математическую модель оценки результативности метрологического обеспечения можно представить в виде следующей функции

$$E = \varphi(\alpha, E_1, E_2, E_3, \dots, E_n), \quad (8)$$

где α - коэффициент весомости, принятый равным единице;

$E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ - групповые параметры оценки результативности метрологического обеспечения.

Расчет результативности производится следующим образом:

1. Определение произведения фактических значений по каждому групповому параметру

$$E_n = \prod_{i=1}^N \alpha e_{fi}, \quad (9)$$

где e_{fi} - фактические значения единичных параметров оценки;

N - количество параметров оценки.

2. Определение произведения плановых критериев единичных параметров

$$K_n = \prod_{i=1}^N \alpha e_{ni}, \quad (10)$$

где K_n — плановый критерий оценки;

e_{ni} — плановое значение единичных параметров.

За плановые параметры принимаются параметры со значением, равным единице.

3. Расчет комплексного показателя оценки результативности метрологического обеспечения

$$E = \frac{\prod_{i=1}^N \alpha E_n}{\prod_{i=1}^N \alpha K_n} \quad (11)$$

Поскольку коэффициент весомости равен единице, то все групповые параметры являются равнозначными, что позволяет рассчитать комплексный показатель по предложенным формулам.

Методика оценки результативности метрологического обеспечения производства состоит из следующих этапов:

1. Сбор фактических значений единичных параметров для оценки результативности метрологического обеспечения.
2. Расчет произведения единичных параметров по групповому параметру оценки результативности метрологического обеспечения.
3. Расчет комплексного показателя оценки результативности метрологического обеспечения.
4. Установление интервала, которому принадлежит полученное значение оценки результативности метрологического обеспечения.
5. Построение диаграммы для наглядного представления результатов оценки результативности метрологического обеспечения.
6. Выявление несоответствий и причин их возникновения.
7. Разработка и внедрение корректирующих мероприятий и предупреждающих мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения производства.

Предлагаемая методика оценки результативности позволяет адекватно оценить результативность метрологического обеспечения производства за установленный период и сравнить фактические параметры с плановыми параметрами.

Производство и применение качественных металлических изделий на российских автосборочных предприятиях является актуальной проблемой отечественной металлургической промышленности. Одной из самых ответственных деталей передней подвески автомобилей является шаровая опора, в конструкцию которой входят корпуса, получаемые штамповкой. Для обеспечения стабильного выпуска качественных штампованных корпусов шаровых шарниров необходимо оценивать потенциальные результаты производства той или иной технологической схемы производства. Также необходимо установить комплекс мероприятий по метрологическому обеспечению производства.

1. На основе расчета комплексного показателя оценки с помощью квалитметрической модели выбрана и реализована в серийном производстве наиболее оптимальная технологическая схема листовой штамповки корпусов шаровых шарниров, позволяющая получать изделия требуемого уровня качества.

2. Предложены параметры оценки результативности метрологического обеспечения производства, разработана математическая модель и методика оценки. На основе получаемых оценок результативности метрологического обеспечения производства возможно принятие управленческих решений, направленных на улучшение действующего метрологического обеспечения с целью обеспечения единства измерений и получения качественных изделий.

Библиографический список

1. Гун Г.С. Управление качеством высокоточных профилей. - М.: Металлургия, 1984. - 151 с.
2. Сабадаш А.В. Оценка и выбор технологии производства фланцевых болтов. - Магнитогорск: МГТУ, 2005. - 103 с.